

【特許請求の範囲】

【請求項1】室の下部に配設され全面に多数の給気孔を有する床部材と、該床部材の下部に形成される給気チャンパーと、前記室の上部に接続される排気通路と、前記給気チャンパーに接続される空調機とから構成された全面床吹出し方式空調装置において、前記空調機の給気温度と還気温度を検出する手段と、前記給気温度と還気温度から室内の居住域の温度を演算する手段と、前記演算された居住域の温度により給気温度を制御する手段とを備えたことを特徴とする温度制御装置。

【請求項2】前記給気温度と還気温度から居住域上部と下部の温度を演算する手段と、冷房運転モードにおいては、居住域下部の温度を給気温度を変化させることにより制御するとともに、居住域上部の温度を吹出し風量を変化させることにより制御し、暖房運転モードにおいては、居住域下部の温度を給気温度より吹出し風量を変化させることにより制御する手段とを備えたことを特徴とする請求項1記載の温度制御装置。

【請求項3】前記演算された温度をメンバーシップ関数でファジィ化し、ファジィルールに基づいてファジィ推論を行うことにより給気温度および吹出し風量の出力値を得ることを特徴とする請求項2記載の温度制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、空調用の冷温風を床全面から室内へゆるやかに且つ均一に送り込むとともに、室内ではその冷温風を自然の空気の流れに乗せて効率良く快適な空調を行う全面床吹出し方式空調装置における温度制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年のオフィスの空調においては、吹出口近傍の局所的な温度分布あるいは滞在するOA機器等からの発熱による不均一な温度分布の問題や、パーティション、家具等の存在による気流の乱れの問題や、床とくにカーペットを敷いた床面から巻上る塵埃、ダニ、カビあるいはタバコの煙、体臭、呼吸等の汚染物質の問題等を解決し、クリーンで快適な空調環境を実現することが重要な課題となっている。

【0003】ところが、従来の一般の空調方式は、天井吹出し方式にしても床吹出し方式にしても、室内の空気を出口から給気の勢いで積極的に攪拌する完全混合型の方式であり、室内で発生あるいは流入した熱を伴う汚染物質を給気によって希釈、拡散を行うため、汚染物質を完全に除去することは困難である。汚染物質をある程度除去するには換気回数を増加させれば可能ではあるが、所望とする室内温度を維持するためには、吹出し風量を多くしたり、給気温度を冷房の場合にはかなり低く、暖房の場合にはかなり高くしなければならず、設備の大型化やエネルギー消費の増加を招く。

【0004】この問題を解決するために、本出願人は、

特開平6-229584号公報において、空調ユニットから給気通路を経て、空気を床部材の給気孔から室内に供給し、室内で発生あるいは流入した熱を伴う汚染物質、天井部材の排気孔から排気通路に向けて押し出すように排気し、居住者を常に新しい給気で包み込むようにした空調方式を提案した。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】図4は、上記空調方式において本発明者が行った実験結果を示し、熱負荷をA〜Fに増加させた場合の室内の高さ方向の温度分布を示している。これによれば、熱負荷が増加するにつれて居住者の上部と下部の温度差が大きくなることが判明した。このように、上記空調方式においては、汚染物質を除去できるという利点を有する反面、給気が床から天井に向けて低速で流れるため室の上下で温度勾配が発生し、居住者は、例えば分布のある環境に対して不快感を与えたり、足首が寒いというような不快感を感じる時があり、給気温度を室内設定温度に制御しようとする

と、無駄なエネルギーを消費してしまうという問題を有している。

【0006】この問題を解決するために、本出願人は、特開平6-22446号において、居住域下部の空気温度によって空調機からの給気温度を、また、居住域上部の空気温度によって空調機からの給気温度を制御する方式を提案している。しかしながら、この方式においては温度センサを居住域に設ける必要があるが、実際には、間仕切りや各種OA機器の配置に干渉してまた意匠上受け容れられないときも多く、温度センサの取付位置の選定が困難である場合が多いという問題を有している。

【0007】本発明は、空調用の冷温風を床全面から室内へゆるやかに且つ均一に送り込むとともに、室内ではその冷温風を自然の空気の流れに乗せて効率良く快適な空調を行う全面床吹出し方式空調装置において、室内に温度センサを設けることなく居住域の温度を制御可能にし、クリーンで快適な空調環境を実現するとともに、省エネ性を向上させることのできる温度制御装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】そのために本発明は、室の下部に配設され全面に多数の給気孔を有する床部材と、該床部材の下部に形成される給気チャンパーと、前記室の上部に接続される排気通路と、前記給気チャンパーに接続される空調機とから構成された全面床吹出し方式空調装置において、前記空調機の給気温度と還気温度を検出する手段と、前記給気温度と還気温度から室内の居住域の温度を演算する手段と、前記演算された居住域の温度により給気温度を制御する手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0009】

【作用および発明の効果】本発明においては、給気温度

と還気温度から室内の居住域の温度を演算することにより、室内に温度センサを設けることなく居住域の温度を制御可能にし、クリーンで快適な空調環境を実現するとともに、省エネ性を向上させることができる。

【0010】そして、床部材の吹出孔を介して点状に通過した空気が、室内へは床面全面からの均一な吹き出しとなり、過大な気流感がなくなり、快適で空間の隅の隅にない空調が実現できる。また、人体やOA機器等の発熱体の上部ではその発熱に起因する熱上昇流が生じており、給気された空気はこの流れに誘引されて発熱体集まり、熱負荷およびタバコの煙等の汚染物質を含む汚染空気Cは速やかに上部空間に移動し、居住者Mの周辺は床全面から滲み出した新鮮空気で常に包み込まれた状態となる。さらに、室内に温度成層を形成するため、必要換気回数を低減させることができ、その結果、空調機と排気用ファンの動力の低減と小型化を図ることができ、また、空調機の装置熱負荷を低減させることができる。また、火災発生源の直上でこれを感知でき火災の早期感知ができる。また、給気は超微風速で室内へ滲み出すため、床面に付着した塵埃が舞い上がることがなく、また、タイルカーペットの通気性によりクリーニングが容易になるとともに、定期的な通気によってダニやカビの繁殖を抑制することができる。また、給気が床全面から滲み出すため、OA機器や家具のレイアウトを自由に設計することができる。OA機器が置ける場合であっても給気された空気が自律的に発熱体に向けて流れ、平面的にムラのない空調環境を実現することができる。さらに、給気側および排気側にダクトを設置する必要がなく、低床でも給気することができるため、建築コストを低減させることができるという効果を有する。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ説明する。図1は本発明の全面床吹出し方式空調装置における温度制御装置の1実施例を示す構成図である。

【0012】図1において、室1は、上下のスラブ3、4の間に形成されている。室1の下部には全面に多数の吹出孔5aを有する床部材5が設けられ二重床が構成されている。二重床内即ち床部材5の下部には給気チャンバー6が形成されている。吹出孔5aの直径は10mm程度で、吹出孔5aの面積の合計は床部材5全体の面積の1.5%以上を確保する必要がある。1.5%未満であると空気抵抗が増し極端な圧力損失が生じるからである。従来の床吹出し空調のように吹出し口を床面に埋め込む必要がないので、二重床の高さは単純に空気の流通具合によってのみ規定される。従って、従来のOAフロアの高さを200～300mmも確保する必要がなくなり、通常の事務所であれば100mm程度で充分といえる。

【0013】室1の上部には複数の排気孔7aを有する天井部材7が配設され、天井部材7の上部に排気チャン

バー8が形成されている。排気チャンバー8には排気ファン9が接続されている。なお、本例においては、天井部材7に複数の排気孔7aを設けているが、一つないし複数の排気口を設けてもよく、また、壁の上部に排気口を設けたり、天井部材7と壁の双方に排気口を設けてもよく、要するに、給気側および排気側にダクトを設けることなく室内への給排気をできるように構成する。さらに、床部材5の全面には、通気性のカーペット10が敷設されている。

【0014】室1に隣接した機械室11には空調機12が設けられている。空調機12は、送風機13、熱交換器14、フィルタ15、給気温度センサ16、還気温度センサ17を有し、送風機13の吐出側は給気チャンバー6に接続されるとともに吸引側は排気チャンバー8に接続され、排気の一部が機械室11を経て空調機12に供給されるよう構成されている。温度センサ16、17の検出信号は、制御装置18に入力され、制御装置18において後述する演算処理が行われ、給気温度信号が熱交換器14に出力されるとともに、吹出し風量信号が送風機13に出力される。なお、熱交換器14は、冷却器または加熱器として用いられ、給気温度の制御は、冷温水コイル方式の場合には流量調整弁の制御であり、冷媒方式の場合には冷媒流量の制御である。

【0015】この空調方式においては、室1内における給気速度は、毎秒0.1mm～100mm程度（好ましくは毎秒5mm～10mm）という超微風速（人間の肌を感じない速度）で居室1内へ滲み出すように給気して居室1内に温度成層を形成するようにしている。しかし、室1内の高さ方向の温度分布は、図3に示すように、室1の上下で温度勾配がつくことが避けられず、室1の下部は低温でクリーンな状態、室1の上部は比較的高温で汚染物質の多い状態となる。

【0016】図2および図3は、本発明における温度制御装置の1実施例を示し、図2は空調制御の処理流れを示すフロー図、図3は室の高さ方向の温度分布曲線を示す図である。

【0017】先ず、ステップS1で居住域のある高さの温度TSを所望温度に初期設定し、ステップS2で給気温度および還気温度を入力し、ステップS3で給気温度と還気温度から居住域のある高さの温度TPを演算する。この演算は図3に示す温度分布曲線を用いる。図3は、本発明者が行った実験結果を示し、熱負荷をA～Fに増加させた場合の室内の高さ方向の温度分布を示し、分布曲線がある高さ（1000mm付近）で屈曲し、屈曲点の上部と下部で温度勾配がリニアな関係になっている。従って、図3に示す関係をマップやテーブルの形で記憶するか、演算式によって、給気温度と還気温度から居住域のある高さの温度TPを演算することができる。そして、ステップS4で、演算された居住域温度TPと初期設定温度TSとの偏差（TP-TS）に逆比例

5

するように給気温度を設定し、ステップS5で給気温度設定を出力する。なお、本実施例においては、吹出し風量は一定にする。

【0018】図4および図5は、本発明における温度制御装置の他の実施例を示し、処理の流れを示すフロー図である。図中、 TP_{+100} は居住城下部(床から100mmの高さ)の温度、 TS_{+100} は居住城下部の設定温度、 TP_{+1700} は居住城上部(床から1700mmの高さ)の温度、 TS_{+1700} は居住城上部の設定温度を示し、居住城下部温度の偏差(ΔT_{+100})は、居住城下部の温度(TP_{+100}) - 居住城下部の設定温度(TS_{+100})、居住城上部温度の偏差(ΔT_{+1700})は、居住城上部の温度(TP_{+1700}) - 居住城上部の設定温度(TS_{+1700})である。

【0019】本実施例における制御の基本的考え方は、冷房運転モードにおいては、居住城下部(足元部)の温度を給気温度を変化させることにより制御し、居住城上部(頭部)の温度を吹出し風量を変化させることにより制御し、暖房運転モードにおいては、居住城下部(足元部)の温度を給気温度および吹出し風量を変化させることにより制御することである。そのために、先ず、図4に示すように、給気温度と還気温度から、居住城下部の温度(TP_{+100})と居住城上部の温度(TP_{+1700})を演算する。演算方法は前記実施例と同様である。

【0020】そして、図5に示すように、先ずステップS1で、居住城下部の設定温度(TS_{+100})および居住城上部の設定温度(TS_{+1700})の初期設定が行われ、ステップS2で図4で演算された居住城下部温度(TP_{+100})および居住城上部温度(TP_{+1700})が入力される。次にステップS3で、居住城下部温度の偏差(ΔT_{+100})と予め設定された設定値 $-\alpha'$ とを比較し、居住城下部温度の偏差(ΔT_{+100})が設定値 $-\alpha'$ より低いときには、ステップS4～S7の暖房運転モードで、足元の温度が暖まるまで、風量および給気温度ともに居住城下部温度の偏差(ΔT_{+100})に比例して調整する。

【0021】居住城下部温度(TP_{+100})が暖まった($\Delta T_{+100} > -\alpha'$)、ステップS8～S11の冷房運転モードに入り、居住城上部温度(TP_{+1700})の制御は、居住城上部温度の偏差(ΔT_{+1700})の大きさに比例させて風量を調整し、居住城下部温度(TP_{+100})の制御は、居住城下部温度の偏差(ΔT_{+100})の大きさに比例させて給気温度を調整する。

【0022】図6～図10は本発明における温度制御装置の他の実施例を示している。図6は、本発明の他の実施例を示す制御系の構成図である。本実施例は、図5の多入力、多出力の制御ロジックを効率的にプログラミングすることができ、ファジィ理論を適用している。ファジィ制御装置21は、入力・演算部22、ファジィ化部23、ファジィ推論部24、非ファジィ化部25で構成されている。

6

【0023】ファジィ化部23は、入力・演算部22で演算された居住城温度と、人間の持つ「高い」、「ちょうどよい」、「低い」等のあいまいな自然言語との変換しを行う部分であり、以下にそれぞれのメンバーシップ関数を示し、ファジィ化について説明する。

【0024】図7(A)は、居住城下部の温度(TP_{+100})のメンバーシップ関数を示し、入力される温度に応じて、「低い」、「ちょうどよい」、「高い」というあいまいな言葉に0～1の程度の確信度 μ で変換されファジィ化される。例えば、設定温度 TS_{+100} に対して、 $TS_{+100} - \alpha$ は「低い」という言葉に確信度1で変換され、 $TS_{+100} + \alpha$ は、「高い」という言葉に確信度1で変換され、 T' は「高い」という言葉に確信度0.7程度或いは「ちょうどよい」という言葉に確信度0.3程度で変換される。

【0025】図7(B)は、居住城下部の温度(TP_{+100})の時間的な変化率のメンバーシップ関数を示し、変化率に応じて、「減少中」、「増加中」というあいまいな言葉に0～1の程度の確信度 μ で変換されファジィ化される。同様に、図8(A)は居住城上部の温度(TP_{+1700})のメンバーシップ関数を示し、図8(B)は居住城上部の温度(TP_{+1700})の変化率のメンバーシップ関数を示している。

【0026】上記のように、メンバーシップ関数は、オペレータの経験や勘により主観的に決められるものである。メンバーシップ関数の設定、修正は、オペレータがCRT上で感覚的に自由に行うことができ、人間のあいまいな評価値をそのままコンピュータに取り込むことができる。そのため、知識ベースの条件を数値ではなく、あいまいな自然言語で記述することができ、オペレータとのインターフェースの面で優れたものを提供することができる。

【0027】次に、ファジィ推論部24においてファジィルールに基づきファジィ推論が行われる。風量を調整することにより、上下温度差を変更させ、 TP_{+1700} 温度をコントロールする場合、風量を増加すれば、上下温度差が小となり、従って TP_{+1700} 温度は低くなり、逆に風量を減少すれば、上下温度差が大となり、従って TP_{+1700} 温度は高くなる。これに基づくファジィルール化では、IF：温度=高い THEN：風量=かなり多くする という IF～THEN～形式で表現される。つまり、条件部IF～に制御対象の状態が記述され、結論部THEN～にその状態に応じた操作の内容が記述されたものとなる。実際のファジィルールの例を下記に記載すると、

(1) IF TP_{+100} 温度=低い AND ΔTP_{+100} 温度=減少中 THEN：給気温度=かなり上げる AND 吹出し風量=かなり上げる

(2) IF TP_{+100} 温度=低い AND ΔTP_{+100} 温度=増加中 THEN：給気温度=かなり下げる AND 吹出し風量=かなり下げる

+100温度=増加中
 THEN: 給気温度=そのまま AND 吹出し風量=少し上げる
 (3) IF : TP+100温度=高い AND ΔTP+100温度=減少中
 THEN: 給気温度=そのまま
 (4) IF : TP+100温度=高い AND ΔTP+100温度=増加中
 THEN: 給気温度=かなり下げる
 (5) IF : TP+100温度=ちょうどよい AND ΔTP+100温度=減少中
 THEN: 給気温度=少し上げる
 (6) IF : TP+100温度=ちょうどよい AND ΔTP+100温度=増加中
 THEN: 給気温度=少し下げる
 (7) IF : TP+1700温度=高い AND ΔTP+1700温度=増加中
 THEN: 吹出し風量=かなり上げる
 (8) IF : TP+1700温度=高い AND ΔTP+1700温度=減少中
 THEN: 吹出し風量=少し上げる
 (9) IF : TP+1700温度=ちょうどよい AND ΔTP+1700温度=増加中
 THEN: 吹出し風量=少し上げる
 (10) IF : TP+100温度=ちょうどよい AND TP+1700温度=ちょうどよい AND ΔTP+1700温度=減少中
 THEN: 吹出し風量=少し下げる
 (11) IF : TP+100温度=ちょうどよい AND TP+1700温度=低い AND ΔTP+1700温度=増加中
 THEN: 吹出し風量=少し下げる
 (12) IF : TP+100温度=ちょうどよい AND TP+1700温度=低い AND ΔTP+1700温度=減少中
 THEN: 吹出し風量=かなり下げる
 (13) IF : TP+100温度=高い AND TP+1700温度=ちょうどよい AND ΔTP+1700温度=減少中
 THEN: 吹出し風量=少し下げる
 (14) IF : TP+100温度=高い AND TP+1700温度=低い AND ΔTP+1700温度=増加中
 THEN: 吹出し風量=少し下げる
 (15) IF : TP+100温度=高い AND TP+1700温度=低い AND ΔTP+1700温度=減少中
 THEN: 吹出し風量=かなり下げる
 なおここで、ΔTP+100温度あるいはΔTP+1700温度は、それぞれTP+100温度あるいはTP+1700温度の時

間的な変化率を示している。
 【0028】そして、非ファジィ化部25において、図9(A)に示す給気温度のメンバーシップ関数によりその操作量が決定され、図9(B)に示す吹出し風量のメンバーシップ関数によりその操作量が決定される。
 【0029】図10は上記ファジィ制御の具体例を説明するための図である。ファジィルールとして、
 ルール(a)
 IF: TP+100温度=高い AND ΔTP+100温度=上がっている
 THEN: 給気温度=かなり下げる
 ルール(b)
 IF: TP+100温度=高い AND ΔTP+100温度=下がっている
 THEN: 給気温度=そのまま
 により、入力としてTP+100=A、ΔTP+100=Bとしてファジィ推論を行わせると、① ルールの各条件部各要素において各入力値A、Bにおける確信度を求め、
 ② 得られた確信度のうち最小値(Min)を条件部の確信度とし、
 ③ 条件部の確信度で結論部のメンバーシップ関数にリミットをかけ、
 ④ 各ルールごとに①〜③の処理を行い、
 ⑤ それらの処理により得た各ルール結論部のメンバーシップ関数の論理和(重ね合わせ)の重心をとることによって、図10に示す出力値Cを得る。
 【図面の簡単な説明】
 【図1】本発明の全面床吹出し方式空調装置における温度制御装置の1実施例を示す構成図である。
 【図2】本発明における温度制御装置の1実施例を示し、処理の流れを示すフロー図である。
 【図3】室の高さ方向の温度分布曲線を示す図である。
 【図4】本発明における温度制御装置の他の実施例を示し、処理の流れを示すフロー図である。
 【図5】図4に続く処理の流れを示すフロー図である。
 【図6】本発明の他の実施例を示す制御系の構成図である。
 【図7】図7(A)は居住域下部の温度のメンバーシップ関数を示す図、図7(B)は居住域下部の温度の変化率のメンバーシップ関数を示す図である。
 【図8】図8(A)は居住域上部の温度のメンバーシップ関数を示す図、図8(B)は居住域上部の温度の変化率のメンバーシップ関数を示す図である。
 【図9】図9(A)は給気温度のメンバーシップ関数を示す図、図9(B)は吹出し風量のメンバーシップ関数を示す図である。
 【図10】本発明におけるファジィ制御の具体例を説明するための図である。
 【符号の説明】
 1…室、3、4…スラブ、5…床部材、5a…吹出孔、

6…給気チャンバー

…送風機

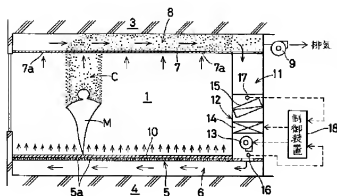
7…天井部材、7a…排気孔、8…排気チャンバー、9…排気ファン

14…熱交換器、15…フィルタ、16…給気温度センサ

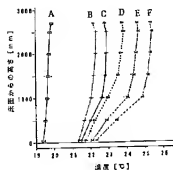
10…カーペット、11…機核室、12…空調機、13

17…還気温度センサ、18…制御装置

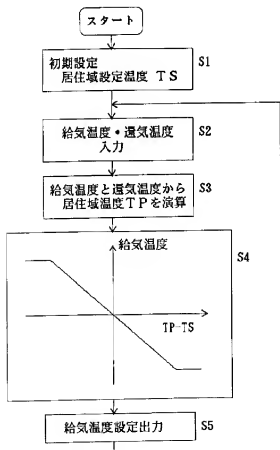
【図1】



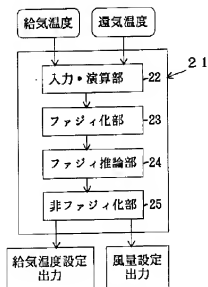
【図3】



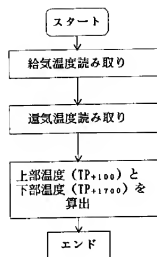
【図2】



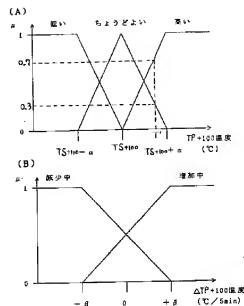
【図6】



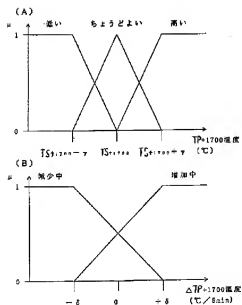
【図4】



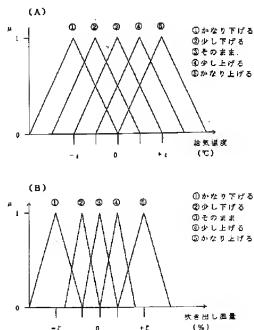
【図7】



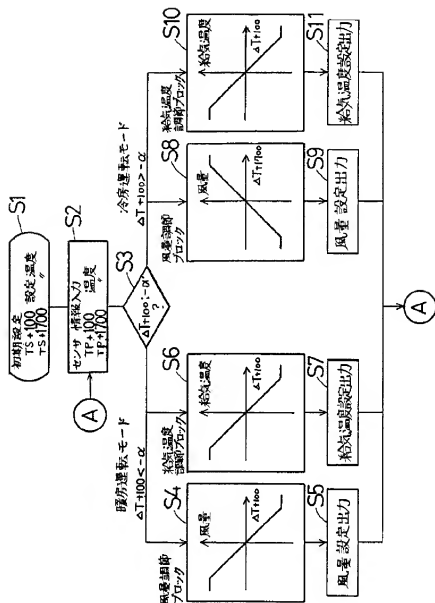
【図8】



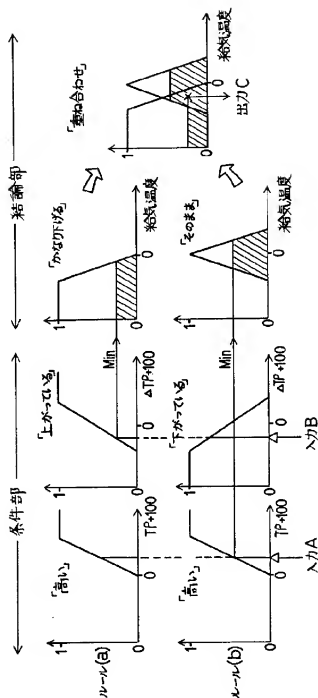
【図9】



【図5】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 野部達夫
東京都港区芝浦一丁目2番3号 清水建設
株式会社内

(72)発明者 菅谷善昌
東京都港区芝浦一丁目2番3号 清水建設
株式会社内

(72)発明者 芳賀陽一
東京都港区芝浦一丁目2番3号 清水建設
株式会社内